manuel

StepArray



Contents

Avant propos

StepArray est un système *line-array* polyvalent conçu pour la sonorisation de la voix dans les grands espaces. Il offre une excellente intelligibilité, un design élégant, une électronique déportée, une compatibilité avec les systèmes de sécurité et plus encore.

Ce manuel est destiné à être un manuel pour l'utilisateur des systèmes StepArray ainsi qu'une référence complète contenant toutes les caractéristiques techniques et détails du système StepArray.

Comment utiliser ce manuel

Ce manuel de référence est divisé en deux parties :

- La première partie est un **tutoriel pour la recommandation**. Elle présente les principes et spécificités de StepArray, introduisant les bases d'acoustique nécessaires à la compréhension de la sonorisation dans les grands espaces, et la façon dont StepArray aide à obtenir une bonne intelligibilité dans ces lieux.
- La deuxième partie est une **référence technique** décrivant la gamme complète des produits StepArray. Elle comprend l'installation, le câblage, la maintenance, et le réglage. Les données techniques détaillées y seront trouvées.

Première partie

StepArray : tutoriel pour la recommandation

Table des matières

Introduction

Ceci est un tutoriel pour la recommandation des produits StepArray.

La section 1 présente les difficultés classiques de la sonorisation des grands espaces (1.1), et explique comment les réseaux de haut-parleurs peuvent être une bonne solution à ces difficultés (1.2). Le système StepArray est présenté à la fin de cette section (1.3).

Les sections suivantes introduisent progressivement le système StepArray :

- La section 3 explique les règles à suivre pour le choix d'un système StepArray,
- Le positionnement des colonnes est décrit à la section 4,
- Le logiciel NUT control, utilisable à la fois pour la simulation et le réglage, est décrit à la section 5,
- Les outils de modélisation par ordinateur sont présentés à la section 6.

1 Sonorisation des grands espaces

1.1 Difficultés classiques de la sonorisation des grands espaces

La sonorisation de la voix dans les grands espaces réverbérants et bruyants est difficile pour plusieurs raisons, à savoir la **réverbération**, le **bruit ambiant**, et les **contraintes architecturales**.

Réverbération

Dans toute salle, la transmission du son du haut-parleur à l'auditeur peut être divisée en deux champs (voir figure 1) :

- Le champ direct, qui dépend de la distance haut-parleur/auditeur et de la directivité du haut-parleur.
- Le champ réverbéré, qui dépend de la géométrie de la salle et des propriétés acoustiques des murs. Dans les grands espaces (église, gare...), la réverbération peux être très importante et joue un rôle négatif sur l'intelligibilité de la parole (l'énergie du champ réverbéré est constante dans toute la salle).

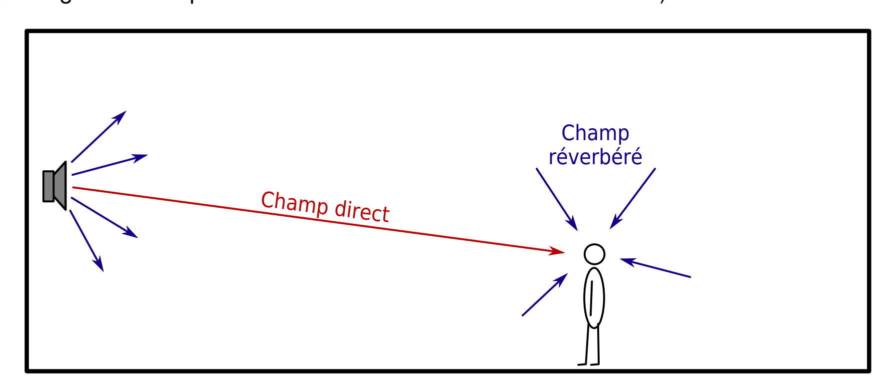


FIGURE 1 – Le champ direct augmente l'intelligibilité de la parole, le champ réverbéré la dégrade.



Règle d'intelligibilité #1 :
Le champ direct augmente l'intelligibilité de la parole, le champ réverbéré la dégrade.

Bruit ambiant

Le bruit ambiant réduit l'intelligibilité. Par exemple, le bruit des trains dans une gare peut empêcher l'auditeur de comprendre correctement un message. De plus, le niveau de bruit peut changer drastiquement au cours du temps : dans ce cas, le système de sonorisation doit ajuster le niveau de diffusion au bruit ambiant.


Règle d'intelligibilité #2 :
Le système de sonorisation doit émettre au moins $10dB$ au-dessus du niveau de bruit ambiant.

Contraintes architecturales

Le positionnement des haut-parleurs est souvent limité par des contraintes architecturales ou techniques. Dans les lieux ou l'esthétique est importante, les haut-parleurs ne sont pas souvent les bienvenus, par conséquent, ils doivent être discrets et peu nombreux.

Intelligibilité de la parole dans les grands espaces

Comme vu précédemment, l'intelligibilité de la parole [1] dépend du :

- Temps de réverberation. C'est une caractéristique de l'acoustique de la salle qui dépend des matériaux des murs et de la géométrie de la salle.
- Rapport $\frac{\text{Champ direct}}{\text{Champ réverbéré}}$. Cela dépend du temps de réverbération, du volume de la salle [2], de la distance haut-parleur/auditeur, et de la **directivité du haut-parleur**.
- Rapport $\frac{\text{Signal}}{\text{Bruit}}$. Cela dépend de la capacité du système de sonorisation à émettre suffisamment d'énergie pour « couvrir le bruit ».

Dans les grands espaces, changer le temps de réverbération implique de modifier une partie significative des matériaux des murs, et la plupart du temps ce n'est pas possible.

Fournir un rapport signal à bruit élevé est également important, mais ce n'est toujours pas suffisant pour assurer l'intelligibilité.

Par conséquent, dans les grands espaces réverbérants, le paramètre le plus important que le système de sonorisation doit affecter est le rapport $\frac{\text{Champ direct}}{\text{Champ réverbéré}}$. Il est donc nécessaire de privilégier l'énergie du son direct et d'éviter de mettre de l'énergie dans la partie réverbérée du champ. Cela peut être accompli en rapprochant le haut-parleur de l'auditeur, ou en utilisant des haut-parleurs très directionnels.


Dans les grands espaces réverbérants, **il est nécessaire de privilégier l'énergie du son direct** pour obtenir une bonne intelligibilité.

Dans les grands espaces, si l'on devait placer les haut-parleurs près des auditeurs, de nombreux haut-parleurs seraient nécessaires. Ce n'est pas réalisable dans ces lieux car fixer des haut-parleurs peut s'avérer difficile (très haut plafond, etc). Par ailleurs, dans beaucoup de cas, cela ne donne pas une bonne intelligibilité car seuls les haut-parleurs proches de l'auditeur contribuent au champ direct, tandis que tous les haut-parleurs contribuent autant au champ réverbéré.

1. Plusieurs indices ont été proposés pour mesurer l'intelligibilité. Le plus utilisé est le *Speech Transmission Index (STI)*. La valeur 0 correspond à une intelligibilité extrèmement faible, et la valeur 1 à l'intelligibilité parfaite. On considère généralement l'intelligibilité correcte lorsque le STI est au-dessus de 0.55.
2. L'énergie du champ réverbéré est proportionnelle au rapport $\frac{\text{Temps de réverbération}}{\text{Volume de la salle}}$.



Utiliser de nombreux haut-parleurs non-directionnels mène souvent à une intelligibilité faible : tous les haut-parleurs contribuent à la réverbération tandis que peu d'entre eux contribuent au son direct.

Utiliser des haut-parleurs très directionnels est une solution plus simple dans les grands espaces car dans ce cas, peu sont nécessaires. En plus d'une meilleure performance acoustique et d'un coût réduit, cela minimise l'impact esthétique du système de sonorisation.

Qualité sonore

L'intelligibilité n'est pas suffisante pour obtenir une bonne qualité sonore. Un autre aspect très important est que chaque auditeur ait un niveau sonore adéquat (SPL [3]), ce qui implique que le système de sonorisation fournisse une couverture homogène de la zone d'écoute. Ceci peut-être accompli grâce à un contrôle précis de la directivité du haut-parleur.

Le confort acoustique nécessite également une bande passante étendue et un taux de distorsion harmonique faible.



L'objectif le plus important d'un système de sonorisation est de fournir un champ direct puissant et constant sur toute la zone d'écoute, en minimisant l'énergie émise partout ailleurs.

1.2 Réseaux de haut-parleurs

Les réseaux de haut-parleurs sont souvent la meilleure solution pour délivrer un son direct puissant et constant sur toute la zone d'écoute. En effet, bien qu'un système de sonorisation distribué puisse diffuser avec un SPL constant sur la zone d'écoute, il n'est pas en mesure de fournir une intelligibilité de la parole suffisante lorsque la révérbération est importante. De plus, cela a plutôt un impact négatif sur l'aspect visuel de la salle.

À l'inverse, dans un grand espace réverbérant, une bonne intelligibilité peut être obtenue avec un nombre limité de réseaux de haut-parleurs (souvent seulement un ou deux) avec un impact minime sur l'esthétique de la pièce.

Il est assez aisé de calculer la forme du front d'onde qui doit être émis par un réseaux de haut-parleurs pour obtenir un SPL constant sur toute la zone d'écoute en minimisant l'énergie émise partout ailleurs. Un front d'onde en J est obtenu, dans lequel la courbure local dépend de la distance focale, comme le montre la figure 2. Afin de générer un tel front d'onde, les haut-parleurs peuvent être alignés le long du J comme dans les **réseaux géométriques** (figure 3a page suivante) [C-HEIL], ou ceux-ci peuvent être sur une ligne verticale et filtrés individuellement comme dans les **réseaux électroniques** (figure 3b page suivante) [DSP directivity]. Ce dernier cas correspond au enceintes colonnes, qui peuvent être montées verticalement contre un mur. Les avantages et inconvénients des ces deux types de réseaux sont abordés dans [DGRC-Arrays].

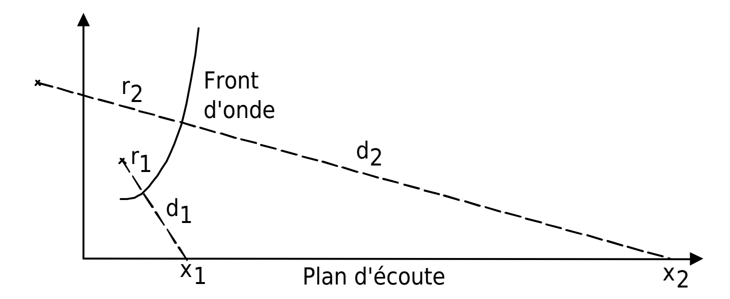
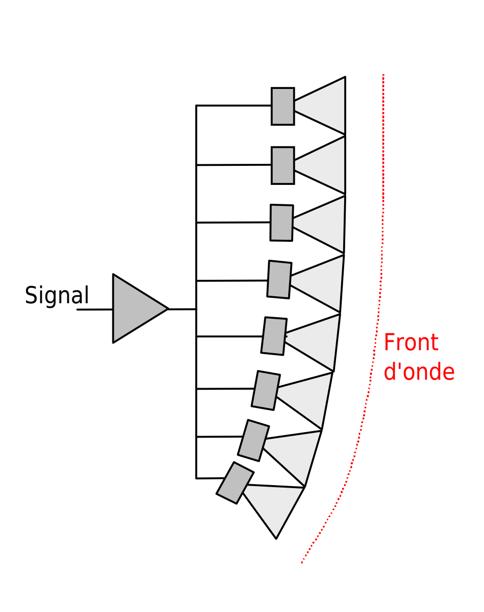
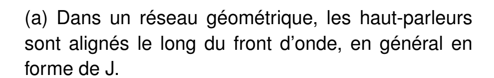


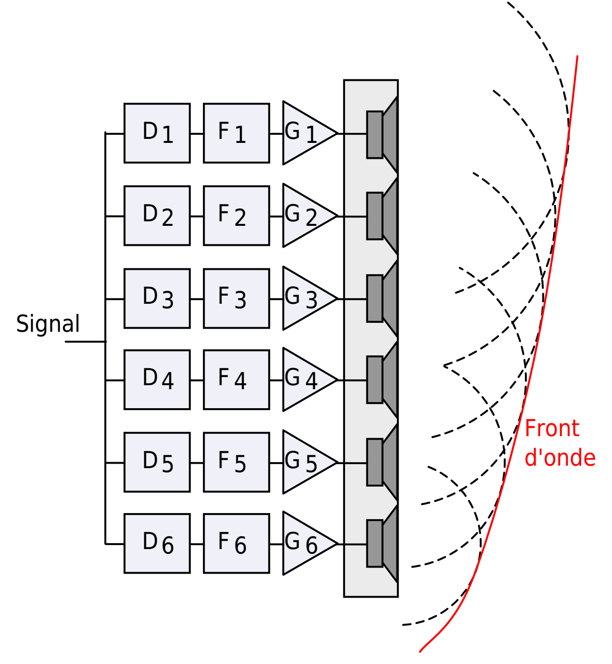
FIGURE 2 – Front d'onde en J nécessaire pour obtenir un SPL constant sur la zone d'écoute.

3. SPL : Sound Pressure Level

La caractéristique principale d'un réseau est sa **portée**, laquelle correspond à la distance minimum et maximum (depuis la colonne) pour lesquelles le SPL est constant (avec une tolérance donnée). La portée d'une colonne est proportionnelle à sa taille. Une autre caractéristique importante d'un réseau est l'espacement des haut-parleurs : les lobes secondaires haute-fréquence sont moins importants lorsque cet espacement est faible. Aux hautes fréquences, les réseaux géométriques utilisent généralement des guides d'ondes qui émettent comme une fente verticale isophase. Aligner plusieurs de ces guides d'ondes produit une « ligne-source » presque continue, ce qui réduit fortement les lobes secondaires.




(a) Dans un réseau géométrique, les haut-parleurs sont alignés le long du front d'onde, en général en forme de J.



(b) Dans une réseau électronique, les haut-parleurs sont alignés verticalement, et le front d'onde est synthétisé par un filtrage adéquat par les filtres F_i, les retards D_i, et les gains G_i associés à chaque haut-parleur.

FIGURE 3 – Réseaux électronique et géométrique

1.3 DGRC : Le système StepArray

Les colonnes StepArray mettent en oeuvre le principe *ligne-source* DGRC (Digital and Geometric Radiation Control) qui est une synthèse des réseaux électronique et géométrique, brevetée par Active Audio. Le principe est illustré par la figure 4 page ci-contre.

L'idée clé est de diviser le front d'onde voulu en plusieurs sections puis de les ramener sur une ligne verticale, un peu comme pour les lentilles de Fresnel utilisées en optique. Ensuite des retards électroniques sont utilisés pour compenser le temps de propagation du son entre les sections. Il a été montré dans [DGRC-Arrays] que ces retards n'entraînent pas de diffraction notable sur les bords de ce profil en dents de scie. Une conséquence de ce principe est que le nombre de canaux d'amplification et de filtrage est indépendant du nombre de haut-parleurs, ce qui conduit à un nombre de canaux très réduit.

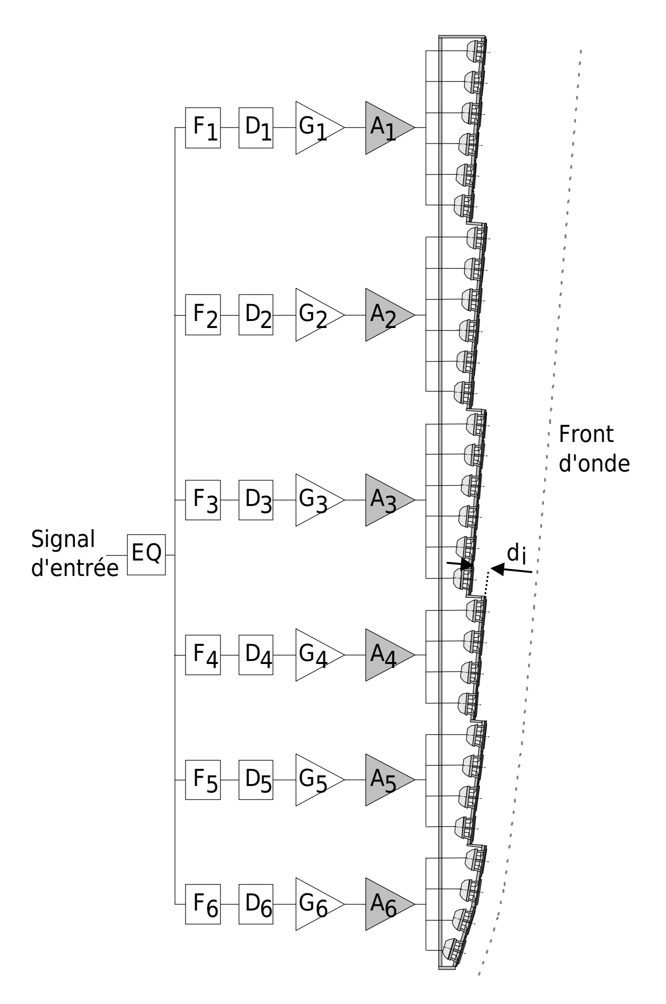


FIGURE 4 – Le principe DGRC utilisé par les colonnes StepArray. Le front d'onde est contrôlé à la fois par la position et l'orientation des haut-parleurs, et par les filtres F_i, les retards D_i, et les gains G_i de chaque canal.

Les principaux avantages apportés par le principe DGRC et utilisés par les colonnes StepArray sont :

- Un montage vertical de la colonne très proche du mur.
- Un nombre réduit de canaux électroniques (DSP et amplificateurs). Par exemple, le modèle SA250P qui fait $2.5m$ de hauteur n'utilise que 6 canaux pour 30 haut-parleurs. Ce qui peut faire une grande différence en terme de coût.
- La puissance est distribuée uniformément à tous les haut-parleurs. Ainsi ils peuvent tous être utilisés à leur capacité maximum, améliorant les performances générales et le niveau sonore.
- Le nombre de canaux ne dépend pas du nombre de haut-parleurs. En conséquence, de nombreux petit haut-parleurs large bande peuvent être utilisés pour obtenir une qualité sonore parfaite dans les aigus et réduire les lobes secondaires aux hautes fréquences.

2 Vue d'ensemble du système StepArray

La gamme StepArray comprend plusieurs modèles de colonnes dédiés à la diffusion de la parole et de musique d'ambiance dans des espaces fermés larges et/ou réverbérants. Les différents modèles permettent de couvrir une zone d'écoute plane ou gradinée, de 15m à 68m de longueur, avec une parfaite intelligibilité de la parole et une très bonne qualité sonore.

Les colonnes StepArray utilisent de l'**électronique externe**. Elles sont controlées par les processeurs de signaux **NUT** et amplifiées par l'amplificateur 6 canaux **MPA6150**. Avoir une électronique externe a les avantages suivants :

- Possibilité d'utiliser un **seul processeur NUT pour contrôler plusieurs colonnes**, entraînant une réduction importante des coûts (voir section 2.3 page suivante).
- Possibilité d'utiliser plusieurs amplificateurs pour une seule colonne afin d'augmenter la sécurité : la panne d'un amplificateur affecte seulement quelques canaux mais la colonne continue à diffuser les messages. Par exemple, en utilisant deux colonnes et deux amplificateurs, l'ampli 1 peut être connecté aux canaux 1, 3, 5 des deux colonnes, et l'ampli 2 aux canaux 2, 4, 6 des deux colonnes.
- Maintenance simplifiée : toute l'électronique est **aisément accessible** dans le local technique.
- L'électronique peut être placée dans une pièce à l'épreuve du feu, avec une alimentation secourue (UPS).

Les paramètres de filtrage des processeurs NUT sont réglés par le logiciel **NUT control**. Les processeurs NUT proposent de nombreuses fonctions de filtrage telles que le contrôle de la directivité, l'égalisation, le retard, et des fonctions de haut niveau.

2.1 Exemple de système StepArray

La figure 5 est un exemple d'installation StepArray.

Le signal audio entre dans les processeurs NUT qui fournissent à leur tour des signaux compatibles DGRC aux amplificateurs MPA6150 branchés aux colonnes StepArray. Un processeur NUT délivre également une sortie SUB pour un subwoofer. Ici, les réglages sont réalisés avec le logiciel NUT control au travers d'un câble Ethernet, mais une connection USB est également disponible.

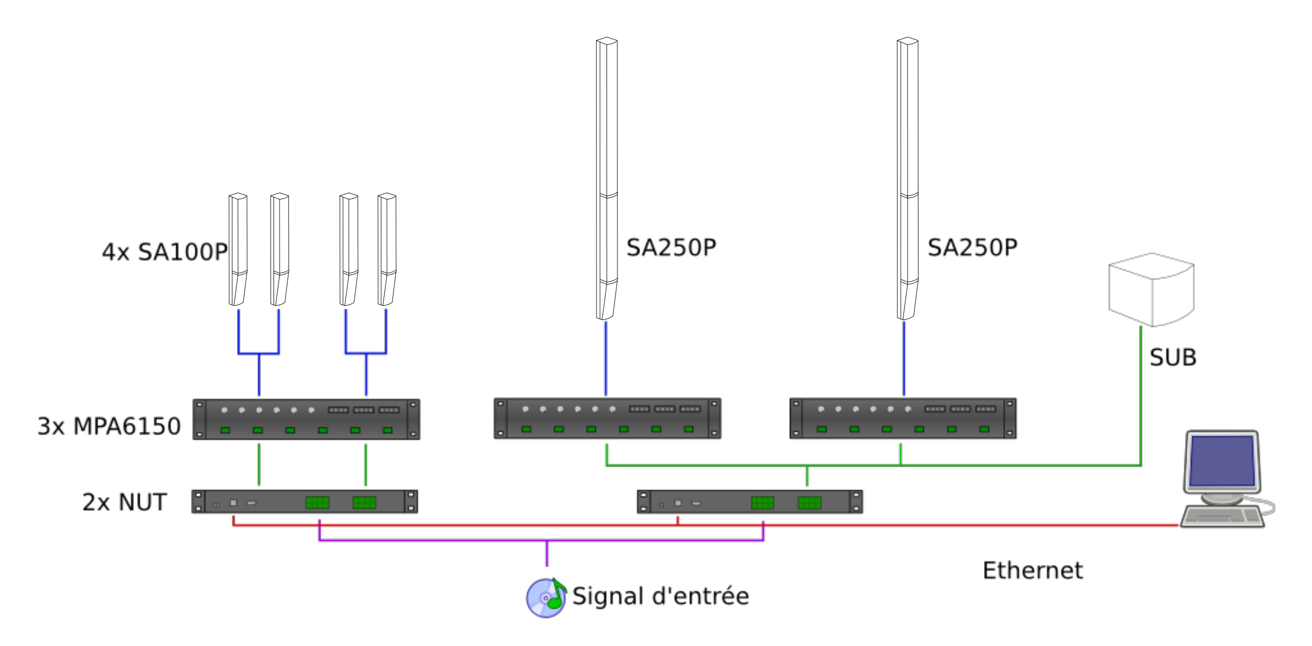


FIGURE 5 – Exemple de système StepArray

2.2 Les modèles de colonne StepArray

Le tableau 1 page 12 et le tableau 2 page 13 donnent un aperçu des caractéristiques des modèles StepArray. Une description complète des caractéristiques techniques se trouve sections 12 et 13.

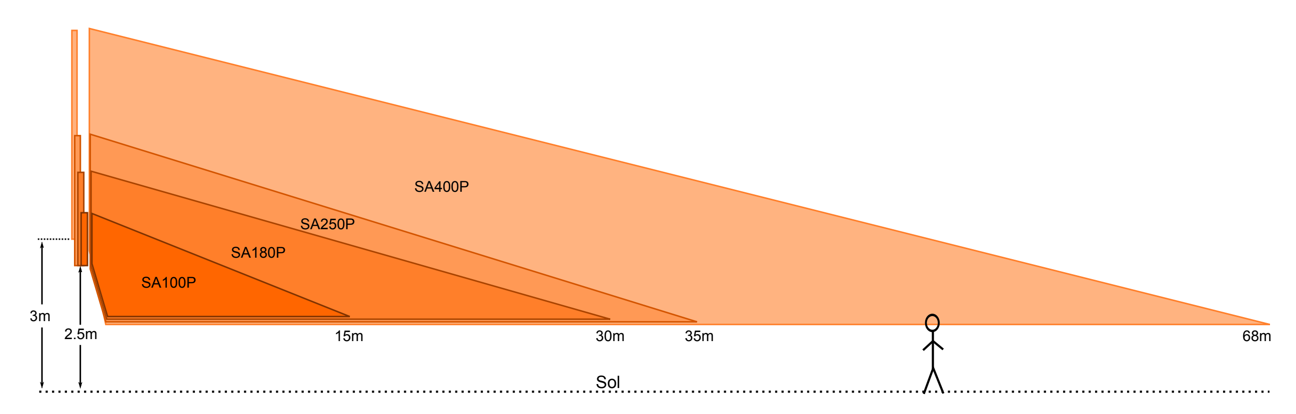


FIGURE 6 – Zones d'écoute (modèles P)

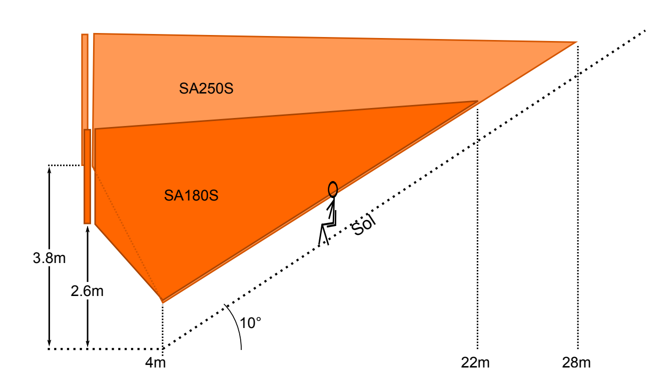


FIGURE 7 – Zones d'écoute (modèles S)



Les colonnes dont le nom se termine par un « P » (par exemple SA100P) sont conçues pour des **zones d'écoute horizontales**, tandis que les colonnes dont le nom se termine par un « S » sont conçues pour des **zones d'écoute gradinées** (ou avec balcon).

2.3 L'avantage StepArray : l'électronique partagée

Un des avantages d'utiliser de l'électronique externe est que plusieurs colonnes peuvent être connectées (via leur amplificateur) au même processeur.

Un processeur NUT dispose de 8 sorties analogiques symétriques. Par conséquent un seul processeur NUT peut être utilisé pour fournir les signaux pour :

- une colonne 6 canaux,
- une ou deux colonnes 3 canaux.

De plus, un processeur NUT peut être connecté à un ou plusieurs amplificateurs StepArray (si plusieurs colonnes disposent du même signal). Dans ce cas, les entrées sont simplement câblées en guirlande sur les amplificateurs (voir section 8.1 page 21).

Dans l'exemple d'installation présenté en figure 8 page suivante, trois salles indépendantes sont équipées de colonnes StepArray. Chaque salle reçoit son propre signal et peut avoir des paramètres indépendants. Pour un total de 6 colonnes, seuls 2 processeurs et 3 amplificateurs sont nécessaires !

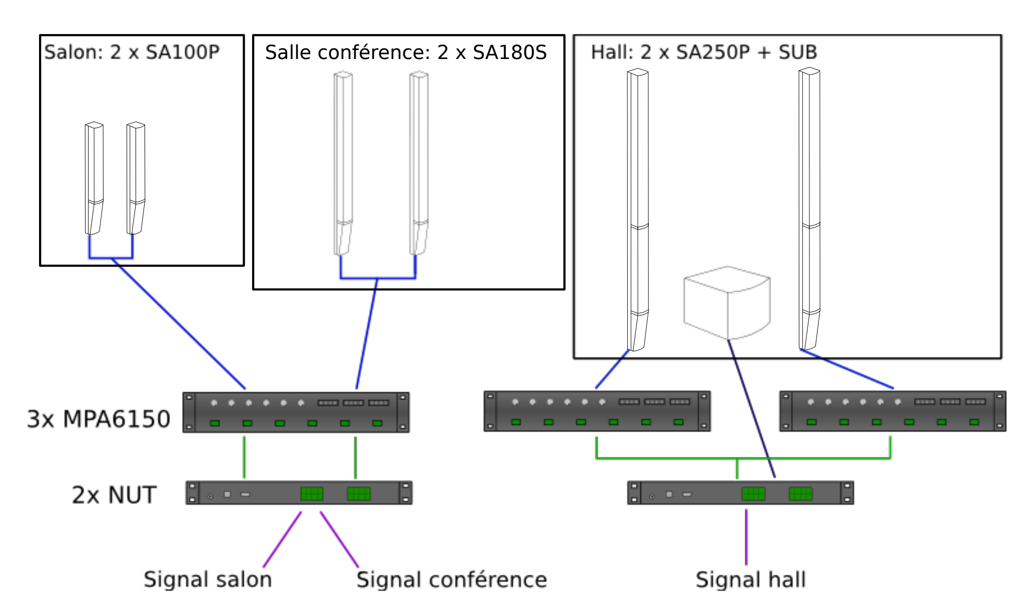


FIGURE 8 – Exemple d'électronique partagée

3 Choisir la bonne configuration

3.1 Colonnes

Toutes les colonnes StepArray ont une bande passante étendue et un grand angle d'ouverture horizontal [4]. Les colonnes sont montées verticalement grâce aux équerres de fixation fournies. Les colonnes sont disponibles aux RAL standards RAL9016 et RAL9005, et tout autre RAL est disponible en option. Le tableau 1 résume ces caractéristiques.

SPL Maxi	Ouverture Hor.	Bande passante	Montage	Couleurs
$95dB_{SPL}$ (bruit rose, dans la zone d'écoute)	180° (-6dB)	135Hz-17kHz (-3dB) 110Hz-19kHz (-10dB)	***Vertical*** (équerres fournies)	blanc RAL9016 noir RAL9005 autre RAL (option)

TABLE 1 – Caractéristiques générales des colonnes StepArray.

Les colonnes StepArray ne spécifient ni angle d'ouverture ni angle d'inclinaison du lobe pour ajuster la directivité. À la place, StepArray utilise la définition de la **zone d'écoute** pour ajuster ses paramètres afin de répondre au mieux aux objectifs demandés.


Les colonnes StepArray utilisent la définition de la **zone d'écoute** pour ajuster automatiquement leurs paramètres.

La gamme StepArray fournit un ensemble complet de portées [5] et d'angles de gradinage de la zone d'écoute pour s'adapter à toutes les situations. Les zones d'écoutes, telles que représentées sur la figure 9 page ci-contre, sont

4. L'angle d'ouverture horizontal correspond à une atténuation de 6dB pour les moyennes des octaves 1 kHz et 2 kHz.
5. La portée d'une colonne est définie comme la distance maximale depuis la colonne pour laquelle le niveau sonore moyen des octaves 500Hz, 1 kHz, et 2 kHz reste dans l'intervalle $\pm 3dB$ ou $\pm 5dB$.

listées dans le tableau 2. La situation nominale correspond aux conditions utilisées pour la conception de la colonne. En renseignant la position réelle de la colonne et la forme de la zone d'écoute dans le bloc *StepArray* du logiciel *NUT control*, les paramètres de filtrage DSP sont ajustés automatiquement.


Choisir la colonne qui sonorise la plus grande partie de la zone d'écoute.

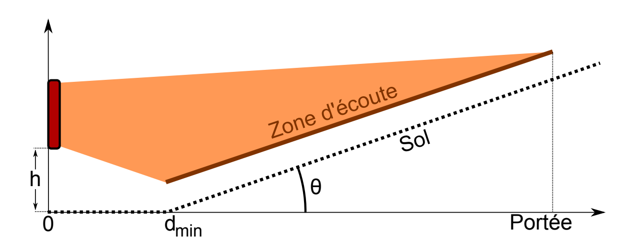


FIGURE 9 – Définition de la zone d'écoute

Modèle	Hauteur	Altitude nominale h (auditoire debout/assis)	Auditoire angle (θ)	Portée 500Hz-2kHz ($\pm$3dB / $\pm$5dB)	Distance mini. (d_{min})	Nombre de canaux
SA100P	1m	2.5m / 2.1m	Plat (0-5°)	15m / 21m	1m	3
SA180P	1.8m	2.5m / 2.1m	Plat (0-5°)	30m / 40m	1m	3
SA250P	2.5m	2.5m / 2.1m	Plat (0-5°)	35m / 45m	1m	6
SA400P	4m	3.0m / 2.6m	Plat (0-3°)	68m / 90m	1m	6
SA180S	1.8m	3.0m / 2.6m	Gradiné (5-20°)	22m / 29m	4m	3
SA250S	2.5m	4.2m / 3.8m	Gradiné (5-20°)	28m / 36m	4m	6

TABLE 2 – Caractéristiques spécifiques des modèles de colonnes StepArray.

3.2 Processeur NUT

Le processeur NUT a 8 canaux de sortie, il peut donc délivrer les signaux de deux colonnes *3 canaux*, ou d'une colonne *6 canaux*.

Pour obtenir un son stéréo, il est possible de connecter deux colonnes *3 canaux* à des signaux différents sur le même processeur. Des paramétrages séparés sont prévus pour la directivité, l'égalisation, et les retards. Tous ces paramétres peuvent être sauvegardés et rappelés à distance grâce aux *presets*.

Les détails du câblage sont décrits à la section 8.1

3.3 Amplificateur MPA6150

L'amplificateur MPA6150 peut fournir 6×150 Watts sous 4Ω, ou 6×100 Watts sous 8Ω. C'est l'amplificateur standard utilisé habituellement avec les colonnes StepArray, mais d'autres amplificateurs ayant une puissance comparable peuvent être utilisés.

Les détails du câblage sont décrits à la section 8.1.

3.4 Câbles

Les longueurs de câble détaillées dans le tableau 3 correspondent aux longueurs maximales recommandées pour les câbles amplificateurs-colonnes [6].

Longueur de câble	Section des brins
$< 300m$	$1.5mm^2$
$< 500m$	$2.5mm^2$

TABLE 3 – Recommandations de câblage pour les colonnes StepArray.

Pour les distances dépassant les longueurs maximales décrites dans le tableau 3, contacter Active Audio.



- les colonnes 3 canaux utilisent un câble à 4 brins.
- les colonnes 6 canaux utilisent un câble à 7 brins.

3.5 Subwoofers

Dans les cas où le système StepArray diffuse de la musique, la qualité sonore sera meilleure si un subwoofer est ajouté. Cet ajout n'est pas nécessaire pour les installations qui diffusent seulement de la parole car la voix humaine contient peu de composantes fréquentielles sous 150 Hz.

Le signal du subwoofer est délivré par le processeur NUT qui réalise le filtrage adapté.

4 Règles de positionnement des colonnes

Lors du choix d'une configuration StepArray, les objectifs sont les suivants :

- Assurer une couverture SPL optimale,
- Assurer une bonne intelligibilité des messages vocaux,
- Éviter les échos et effets larsen,
- Donner l'impression que le son vient de l'orateur.

Le positionnement des colonnes doit suivre ces règles simples :

- Utiliser un minimum de colonnes : choisir la colonne couvrant le plus possible la zone d'écoute.
- Ajouter des colonnes seulement si nécessaire. Attention : l'intelligibilité peut baisser s'il y a trop de colonnes.
- Les colonnes doivent être placées de manière à obtenir un niveau sonore homogène sur toute la zone d'écoute.
- Pour les cas complexes, il est fortement recommandé d'utiliser un logiciel de CAO qui tiendra compte de l'acoustique de la pièce. Des outils de CAO sont présentés à la section 6.
- Placer les colonnes aussi près que possible de leur altitude nominale (voir tableau 2 page précédente). Lorsque les colonnes ne sont pas à leur altitude nominale, utiliser le logiciel NUT control pour vérifier que leur diffusion sera convenable.

Lorsque plusieurs colonnes sont utilisées, les différences des distances de propagation [7] pour les colonnes couvrant **la même zone d'écoute** doivent être inférieures à **20m**. pour éviter les échos éventuels dans certaines parties de l'auditoire. Voir la figure 10 page suivante.

6. Ces longueurs de câblage correspondent à une perte de niveau sonore de 3dB.
7. Dans ce contexte, la distance de propagation est la distance entre la colonne et l'auditeur.

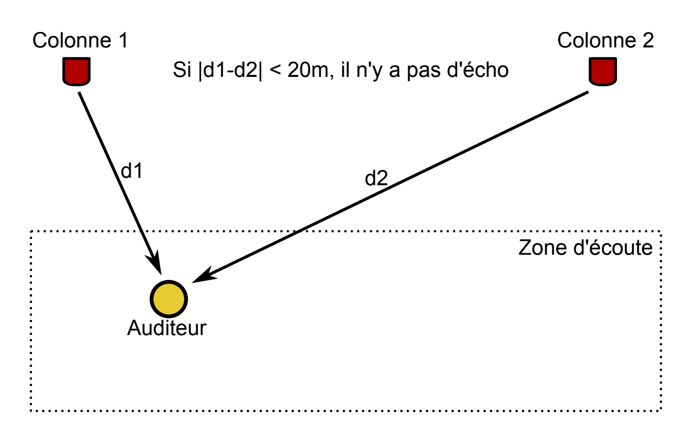


FIGURE 10 – Interférences entre colonnes

Par ailleurs, prendre en compte les microphones et la scène :

- L'orateur doit se tenir à moins de 15m des colonnes, sinon il entendra un écho de sa propre voix.
- L'auditoire doit avoir l'impression que le son vient de l'orateur. Ceci est réalisé en plaçant une colonne de chaque coté de la scène pour « re-centrer » le son. Une colonne seule peut être utilisée mais dans ce cas elle doit être proche de la zone à couvrir.
- Éviter les effets larsen : il ne doit jamais y avoir un microphone pointant vers la colonne ; cela peut générer un problème de larsen.



L'impact de l'acoustique de la salle sur le niveau sonore au sein de la zone d'écoute est relativement faible [a], car le but fondamental des colonnes StepArray est de fournir un son direct prépondérant pour assurer une bonne intelligibilité, même dans les lieux réverbérants.

a. L'augmentation du niveau sonore par la réverbération peut être plus importante près des murs.

5 Processeur audio NUT

Le processeur audio NUT réalise les traitements nécessaires au contrôle de directivité de StepArray.

Le logiciel NUT control est utilisé pour le paramétrage du processeur audio NUT. Il est téléchargeable gratuitement sur le site web d'Active Audio :
http ://www.activeaudio.fr/sonorisation-public-address/processeur-audio-nut

Le processeur audio NUT est très versatile, il donne accès à une gamme complète de *blocs-fonctions* telles que égalisation, compresseur, retard, automix, réducteur de larsen, presets, et le contrôle de directivité.

Le bloc de contrôle de directivity permet à l'utilisateur de changer en temps réel le profil d'émission des colonnes StepArray. Ce bloc est présenté sur la figure 11.

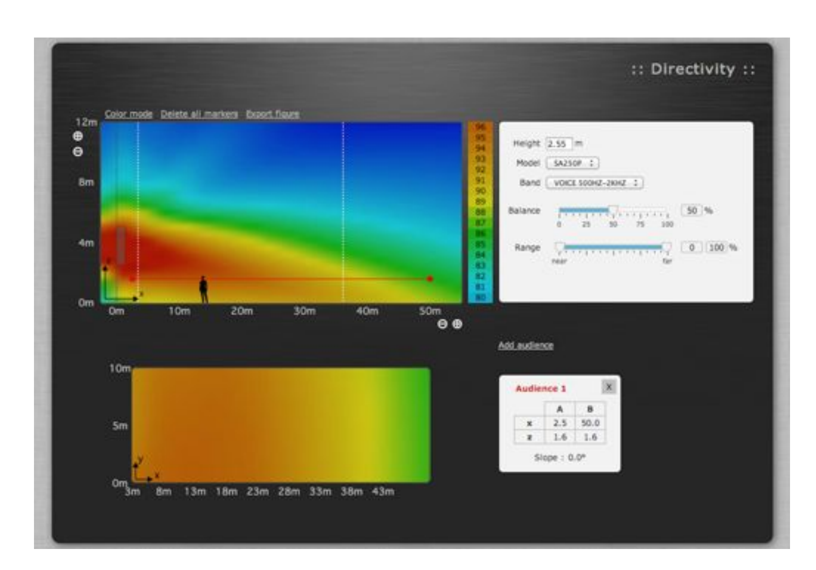


FIGURE 11 – Contrôle de directivité StepArray avec le logiciel NUT

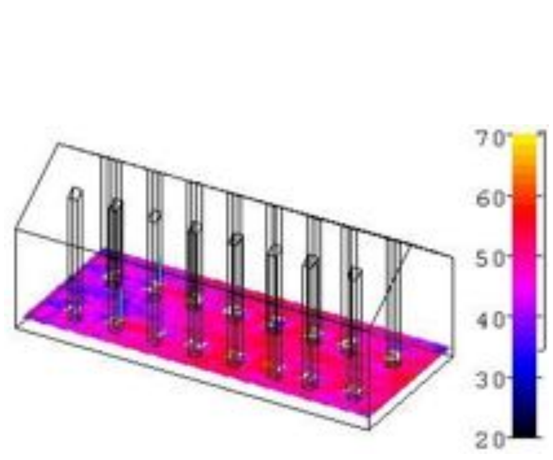
6 Modélisation CAO

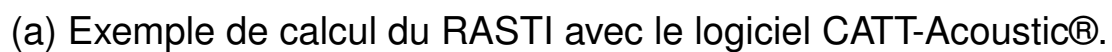
De puissants logiciels de CAO permettent de prévoir l'acoustique d'une salle et de modéliser précisement l'émission des réseaux de haut-parleurs. Ces logiciels peuvent calculer des indices acoustiques variés tels que le temps de réverbération, le niveau sonore, le STI...

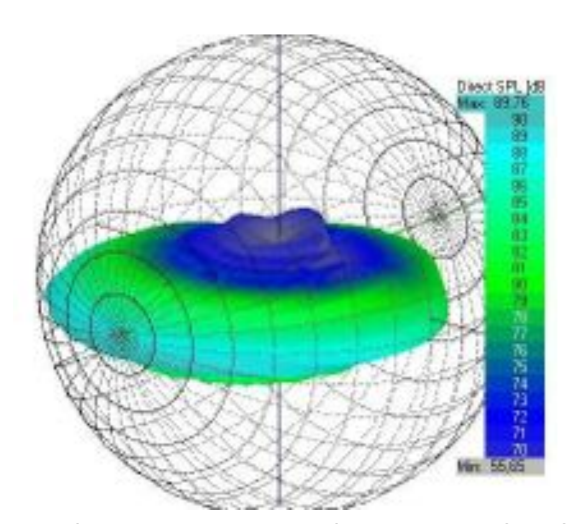
Dans un réseau de haut-parleurs, tous les haut-parleurs émettent de manière cohérente. Ceci doit être pris en compte par la modélisation. Pour cela, des modules logiciels qui permettent aux outils de CAO de modéliser correctement les colonnes StepArray sont proposés directement dans les logiciels CATT-Acoustic et EASE.

La figure 12 page suivante donne des exemples de résultats de modélisation des logiciels CATT-Acoustic et EASE.






(a) Exemple de calcul du RASTI avec le logiciel CATT-Acoustic®.



(b) Tracé volumique du niveau sonore émis par la colonne SA250S pour l'octave 1kHz. Simulation avec EASE®.

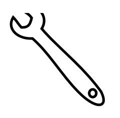
FIGURE 12 – Exemples de résultats de modélisation en CAO.

Références

[DGRC-Arrays] X. Meynial, *«DGRC arrays : A synthesis of geometric and electronic loudspeaker arrays»*, AES 120th Convention. Preprint 6786, Paris May 2006.

[C-HEIL] *«Sound Wave Guide»*, US Patent # 5,163,167, Inventor : C. Heil, nov 10 1992.

[DSP directivity] G.W.J. van Beuningen ; E.W. Start ; *« Optimizing Directivity Properties of DSP Controlled Loudspeaker Arrays »*, Reproduced Sound 16 Conference, Stratford (UK) 17-19 Nov 2000, Institute of Acoustics.



Manuel technique

StepArray



Deuxième partie

Référence technique StepArray

Table des matières

7 Installation des colonnes

Les colonnes StepArray sont montées verticalement, en général contre un mur, en utilisant les équerres de fixation fournies. La figure 13 décrit les étapes à suivre pour la fixation d'une colonne. Voir aussi la figure 18 page 27 pour des dessins techniques des équerres.

1
x3
Fixer
les équerres
sur le mur
avec des boulons
de 8mm de diamètre
x3

2
Hauteur colonne
+ 5mm

3
Vérifier
la verticalité

4
Monter la colonne
à l'aide des écrous
et boulon fournis

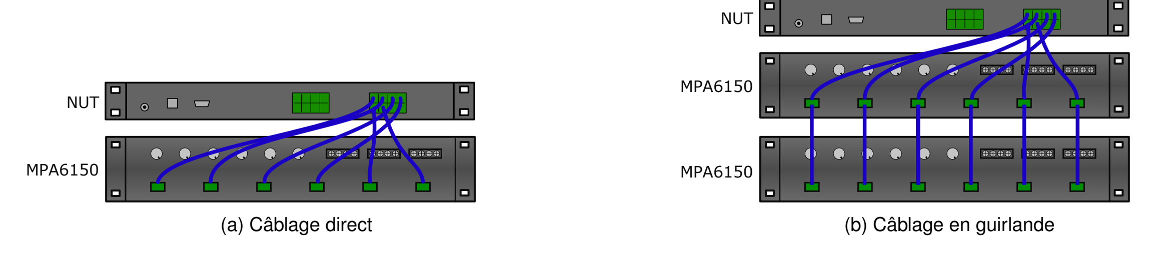
FIGURE 13 – Montage d'une colonne contre un mur


Il est important de **monter la colonne verticalement**.

8 Câblage

8.1 Processeur NUT vers amplificateur MPA6150

Un processeur NUT peut être connecté à une ou plusieurs colonnes StepArray via des amplificateurs (voir figure 14). Quand un processeur NUT est utilisé avec plusieurs amplificateurs (pour fournir le même signal à plusieurs colonnes), les entrées sont simplement cablées en guirlande (voir figure 14b).



(a) Câblage direct

(b) Câblage en guirlande

FIGURE 14 – Câblage NUT vers MPA6150

8.2 Réglage de l'amplificateur MPA6150

Les amplificateurs MPA6150 doivent être réglés avec tous les **volumes au maximum**, et les microswitchs réglés pour des **canaux indépendants**, tel que décrit sur la figure 15.

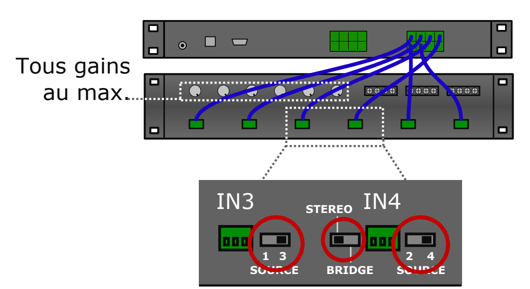


FIGURE 15 – Réglage de l'amplificateur MPA6150

8.3 Câblage amplificateurs vers colonnes

Le câblage des amplificateurs aux colonnes est évident : connecter chaque canal de l'amplificateur au canal correspondant de la colonne et raccorder une masse commune, tel qu'illustré par la figure 16.

FIGURE 16 – Câblage MPA6150 vers colonne

9 Tests avant mise sous tension

Avant de mettre l'installation sous tension, il est de bon ton de s'assurer que le câble de la colonne est correctement connecté. Dès lors, la résistance électrique de chaque canal de la colonne doit être vérifiée en bout de câble, du côté de l'amplificateur. Les résistances électriques mesurées doivent correspondre aux valeurs ci-dessous.

Canal	1	2	3	4	5	6
SA100P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	-	-	-
SA180P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	-	-	-
SA250P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	4.4Ω	4.4Ω	4.4Ω
SA400P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω
SA180S	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	-	-	-
SA250S	3.3Ω	6.6Ω	6.6Ω	4.4Ω	4.4Ω	3.3Ω

Pour une vue détaillée du brochage des connecteurs, voir figure 16 page ci-contre.



Lors de la mesure de la résistance électrique, la résistance du câble doit être prise en compte (environ 1.3Ω pour 100 mètres de $1.5mm^2$; 0.7Ω pour 100 mètres de $2.5mm^2$).

10 Logiciel *NUT control*

Le logiciel *NUT control* est utilisé pour régler les paramètres de filtrage et de directivité des colonnes StepArray, il est téléchargeable gratuitement sur le site web d'Active Audio :
http ://www.activeaudio.fr/sonorisation-public-address/processeur-audio-nut

11 Diagnostic

Symptôme	Cause possible	Solution
La LED power du processeur NUT est éteinte	Un fusible est grillé	Remplacer le fusible à l'intérieur du processeur NUT (fusible 1A temporisé)
Le son n'est pas homogène ou distordu	La connexion ampli. vers colonne est incorrecte	S'assurer que les colonnes sont correctement connectées. Voir section 9 page précédente.
	Le niveau du signal d'entrée est trop élevé	Réduire le niveau du signal d'entrée (Signal d'entrée maxi $\pm 8Vrms$ tel que décrit dans 12.1 page suivante).
	Les paramétres de filtrage sont erronés	Réduire le volume (bloc *Mixer*). Corriger l'égalisation.
	Il y a un problème de câblage.	S'assurer que le câblage est correct (voir 9 page précédente).
	Les paramètres du bloc *StepArray* sont erronés	Vérifier que les paramètres du bloc *StepArray* de *NUT control* sont corrects (voir figure 9 page 13).
	Le modèle de colonne du bloc *StepArray* de *NUT control* ne correspond pas au modèle réel.	Corriger le modèle de colonne du bloc *StepArray*.

12 Caractéristiques matérielles

12.1 Processeur NUT

Caractéristiques audio	
Entrées	8 entrées analogiques symétriques, connecteurs Euroblock Niveau d'entrée maxi : $8Vrms$ (+20dBu) Alimentation phantom activable pour chaque voie Sélection niveau d'entrée micro/ligne par voie
Sorties	8 sorties analogiques symétriques, connecteurs Euroblock Niveau de sortie maxi : $8Vrms$ (+20dBu)
Dynamique	114dB
Filtrage	28bits / 48kHz à 192kHz
Caractéristiques générales	
Communication	Ethernet 10/100MB USB (no driver needed) RS232 pour commande à distance
Alimentation	24V DC. Convertisseur 230V / 50Hz fourni.
Consommation	< 10W
Dimensions	$480 \times 44 \times 251mm$ (Rack 19" - 1U)
Couleur	Noir
Poids	3.5 kg

12.2 Amplificateur MPA6150

Caractéristiques audio	
Modes de fonctionnement	6 canaux indépendants 3 canaux indépendants bridgés 2 x 3 canaux (in1→out 1,2,3 ; in2→ out 4,5,6)
Puissance	6 x 100 W sous 8Ω, 6 x 150W sous 4Ω 3 x 300W sous 8Ω (bridgé)
Consommation	Typique : 100W ; Maxi 1kW.
Entrées analogiques	6 entrées analogiques symétriques. Connecteurs Phoenix.
Sorties analogiques	6 sorties sur bornier à vis
Bande passante	20Hz - 20kHz @ 1W ±1dB
Impédance d'entrée	$10k\Omega$ asymétrique, $20k\Omega$ symétrique
Sensibilité	$1V_{eff}$
Rapport signal à bruit	$95dB$
Facteur d'amortissement	> 300
Gain	Réglage des 6 gains en face arrière. Gain en tension maxi : $28dB$.
Distorsion harmonique	THD : 0,1 % @ 1kHz

Caractéristiques générales	
Refroidissement	Par ventilateur à vitesse variable
Protection	Protection contre surcharges et surchauffe
Indicateurs	LEDs de saturation et de protection
Dimensions	$483 \times 88 \times 420mm$ (Rack 19" – 2U)
Poids	$12.3kg$

Pour plus d'information, consulter le manuel du MPA6150.

12.3 Caractéristiques des colonnes

12.3.1 Caractéristiques électriques des colonnes StepArray

Canal	1	2	3	4	5	6
SA100P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	-	-	-
SA180P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	-	-	-
SA250P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	4.4Ω	4.4Ω	4.4Ω
SA400P	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω
SA180S	6.6Ω	6.6Ω	6.6Ω	-	-	-
SA250S	3.3Ω	6.6Ω	6.6Ω	4.4Ω	4.4Ω	3.3Ω

TABLE 5 – Résistance électrique des colonnes StepArray

Pour une vue détaillée du brochage des connecteurs, voir la figure 16 page 22 à la section 8.3.

12.3.2 Caractéristiques mécaniques des colonnes StepArray

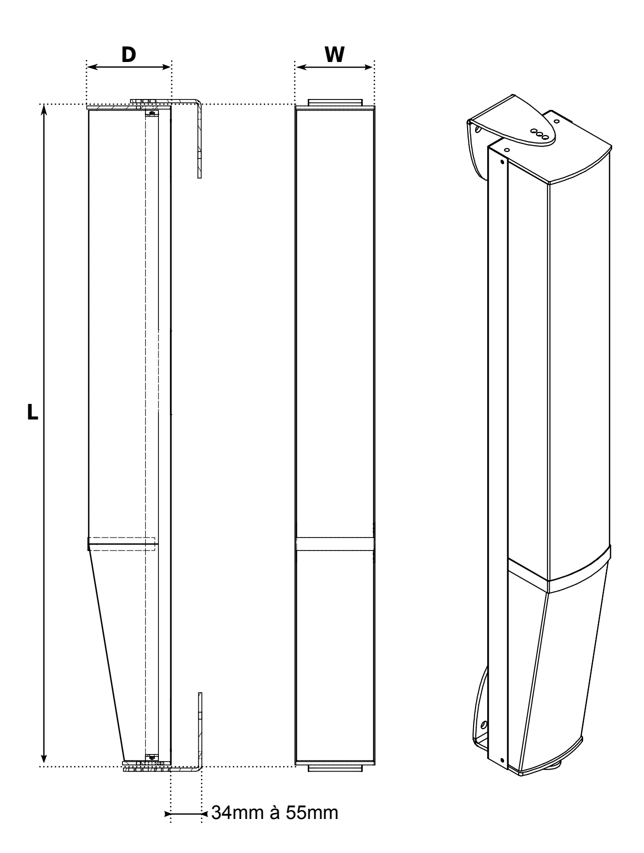


FIGURE 17 – Dimensions des colonnes StepArray

Modèle	Dimensions (L×W×D mm)	Poids (net/emballé)	Câble
SA100P	$1024 \times 124 \times 131$	9kg / 12kg	4G
SA180P	$1840 \times 124 \times 135$	17kg / 21kg	4G
SA180S	$1840 \times 124 \times 135$	17kg / 21kg	4G
SA250P	$2505 \times 124 \times 159$	24kg / 29kg	7G
SA250S	$2505 \times 124 \times 159$	24kg / 29kg	7G
SA400P	$4096 \times 124 \times 135$	39kg / 46kg	7G

TABLE 6 – Caractéristiques mécaniques et électriques des colonnes StepArray


Des schémas détaillés sont disponibles sur le site web d'Active Audio :
http ://www.activeaudio.fr/gamme-steparray/catalogue-et-telechargements

12.3.3 Équerres de fixation

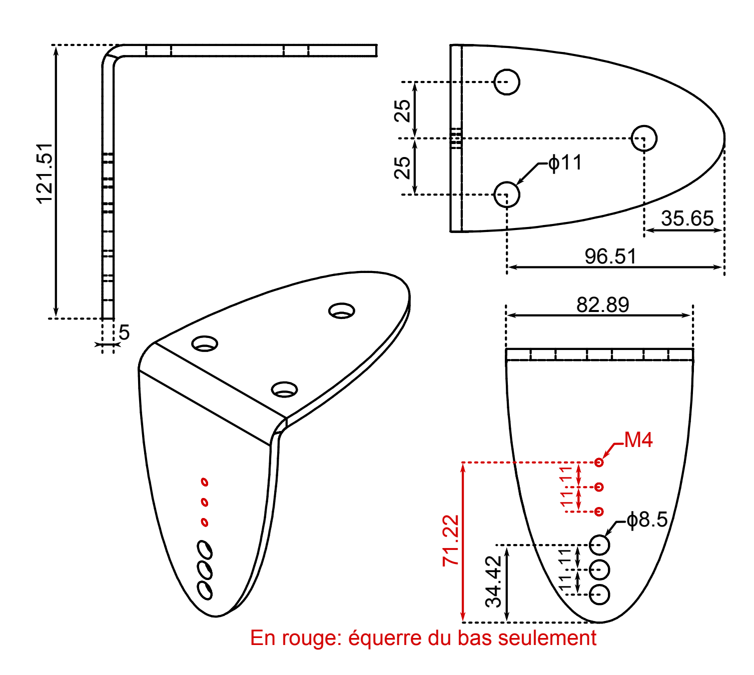


FIGURE 18 – Équerres de fixation pour le montage contre un mur

13 Caractéristiques acoustiques

Toutes les données présentées ci-dessous sont obtenues avec des colonnes placées à leur position nominale, et utilisant des paramètres de filtrage DSP nominaux (pas d'égalisation, etc).

13.1 Caractéristiques communes

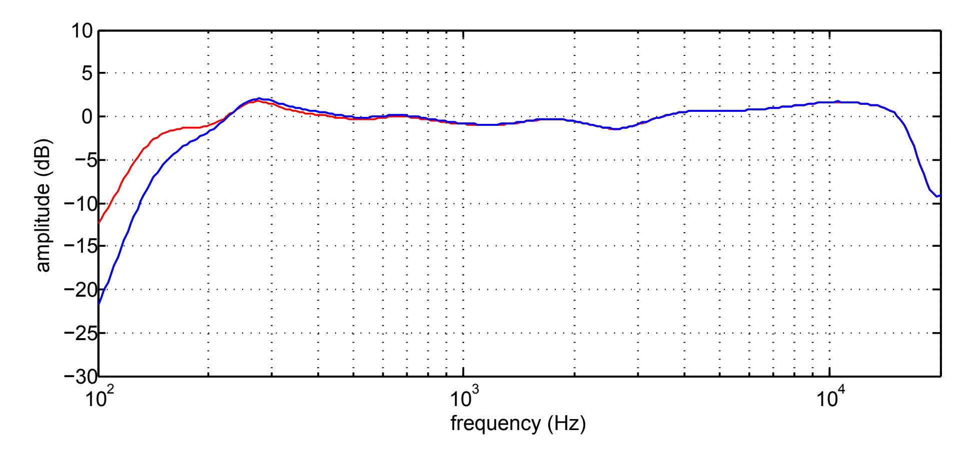


FIGURE 19 – Réponse fréquentielle (colonne SA250P). Moyenne des mesures à 7, 10, 15, 20, 25, et 30m.
En rouge : avec le passe-haut des basses en position « 100Hz », en bleu : avec le passe-haut des basses en position « 200Hz ».

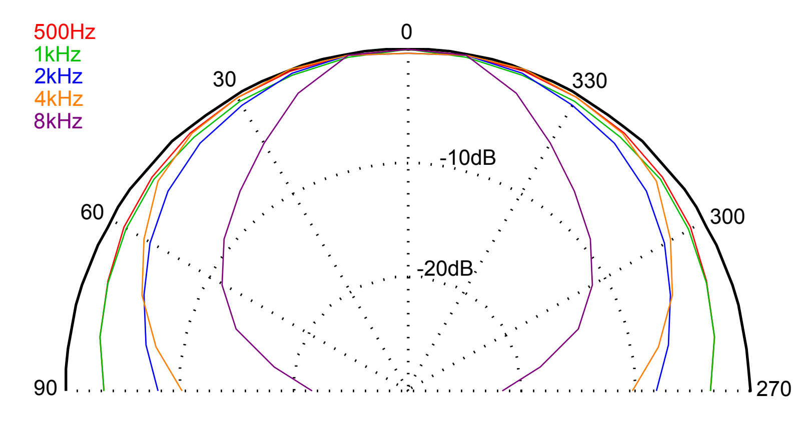
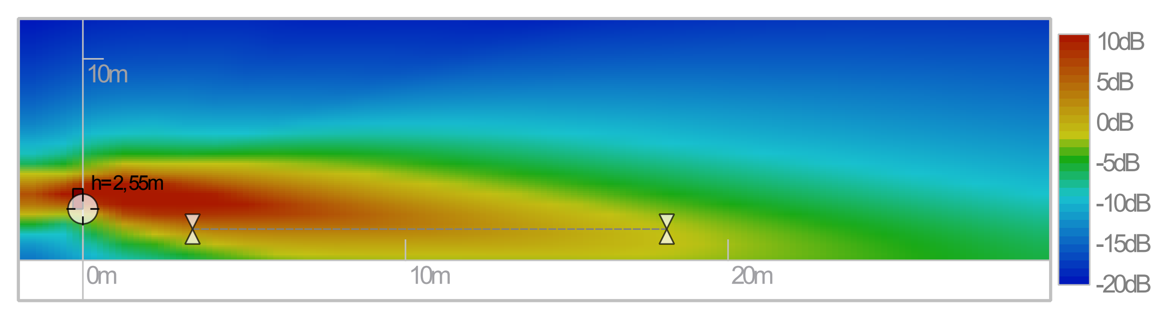
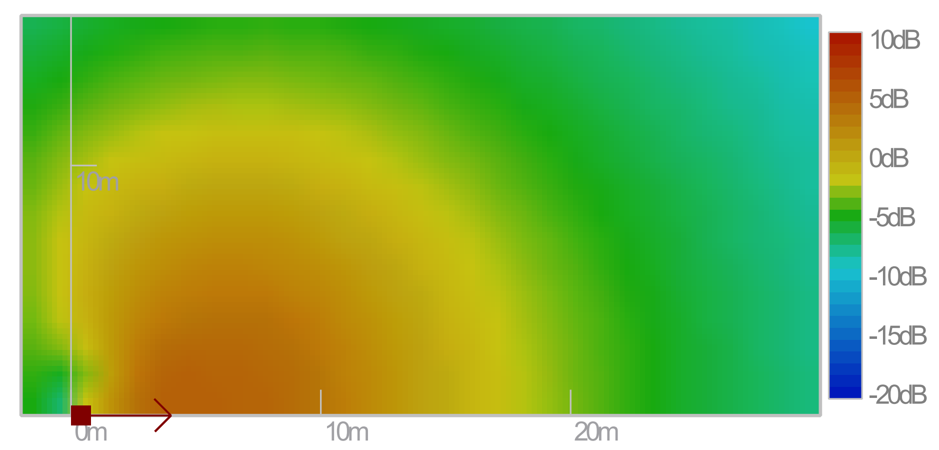


FIGURE 20 – Directivité horizontale (colonne SA250P)

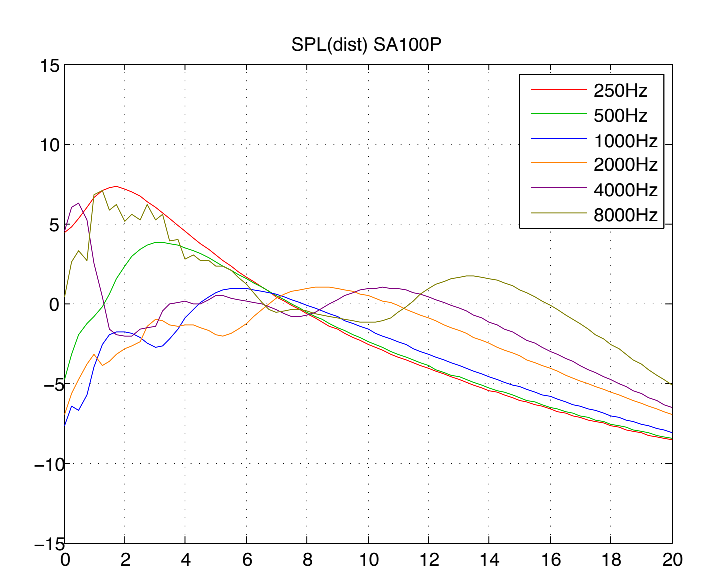
13.2 SA100P : caractéristiques acoustiques [8]



(a) Directivité verticale de la SA100P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA100P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

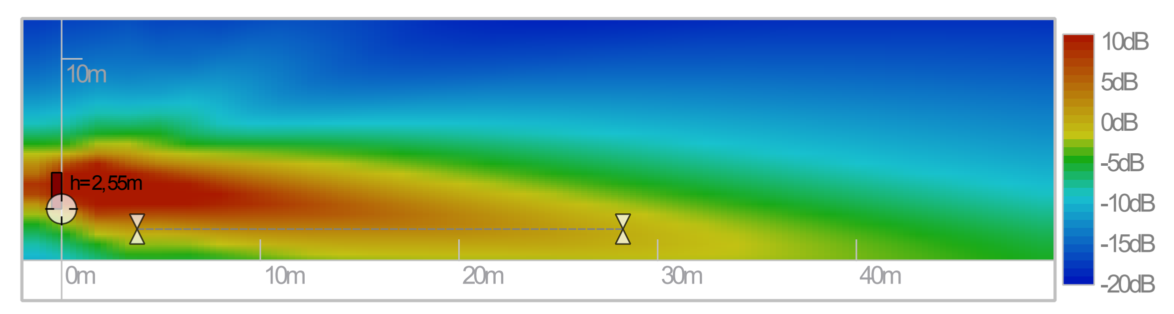


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

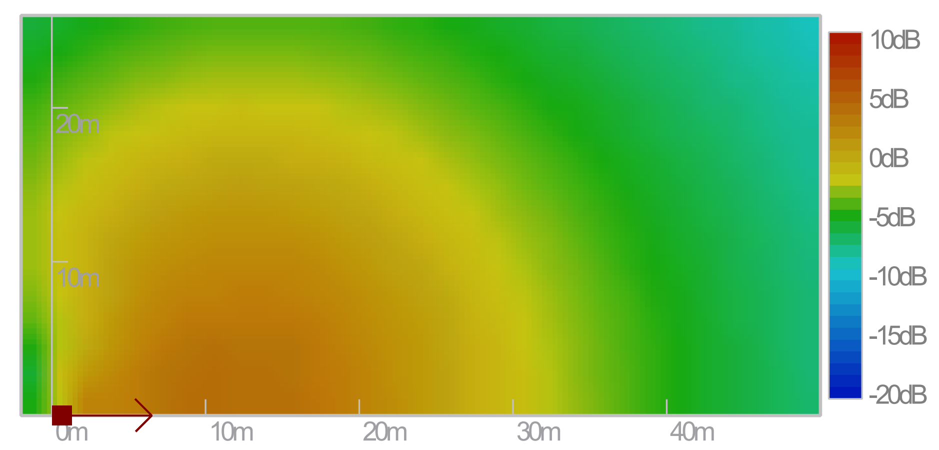
FIGURE 21 – SA100P : caractéristiques acoustiques

8. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

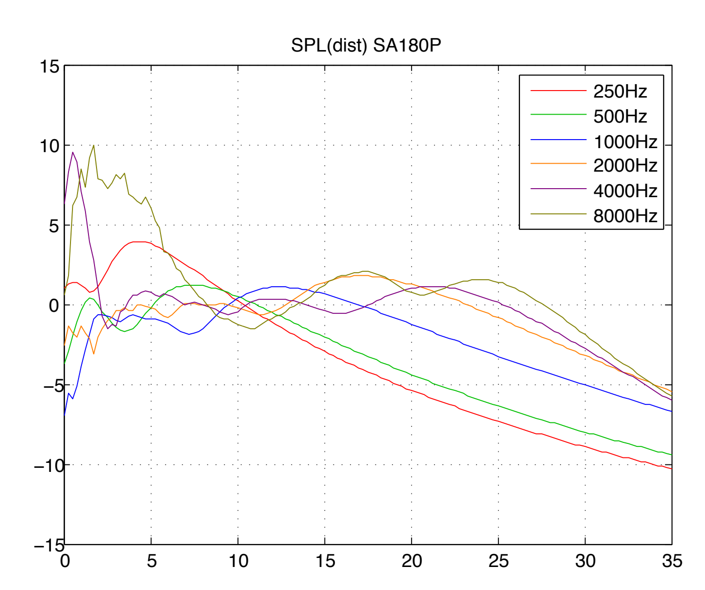
13.3 SA180P : caractéristiques acoustiques [9]



(a) Directivité verticale de la SA180P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA180P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

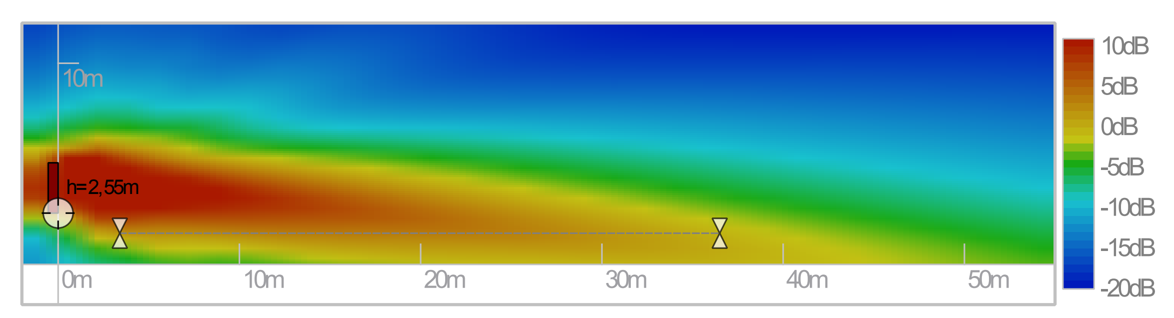


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

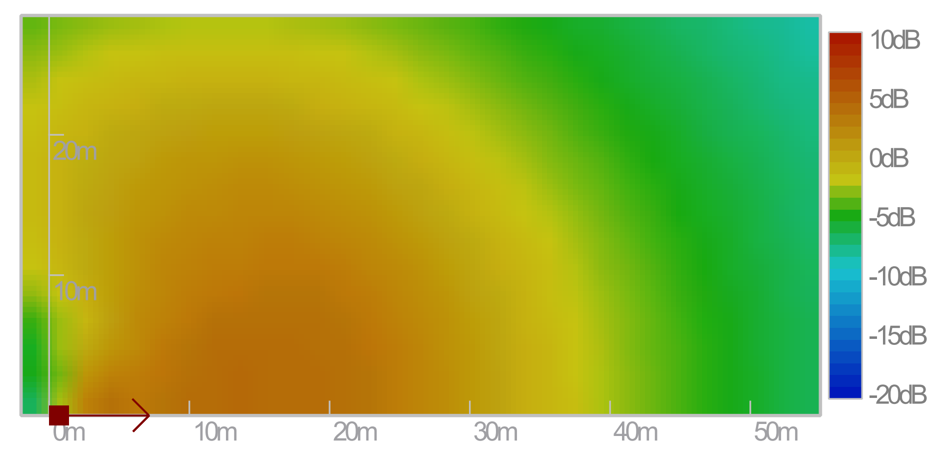
FIGURE 22 – SA180P : caractéristiques acoustiques

9. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

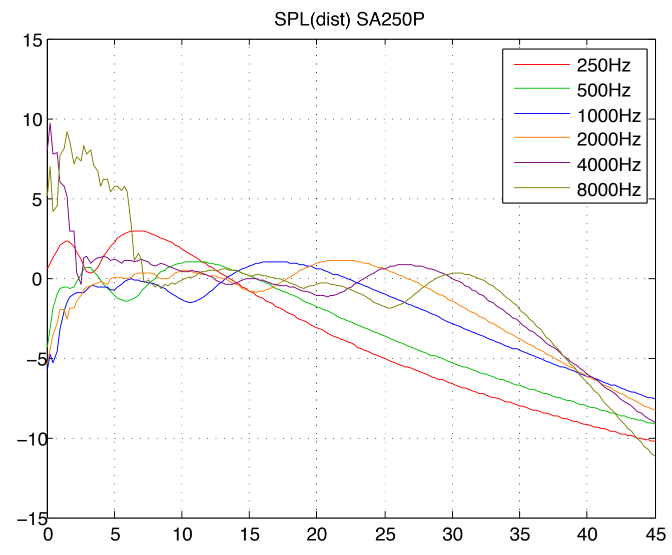
13.4 SA250P : caractéristiques acoustiques [10]



(a) Directivité verticale de la SA250P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA250P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

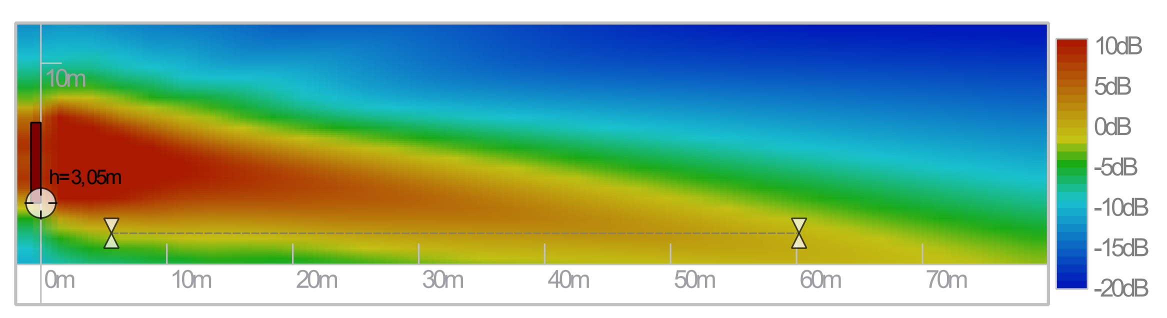


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

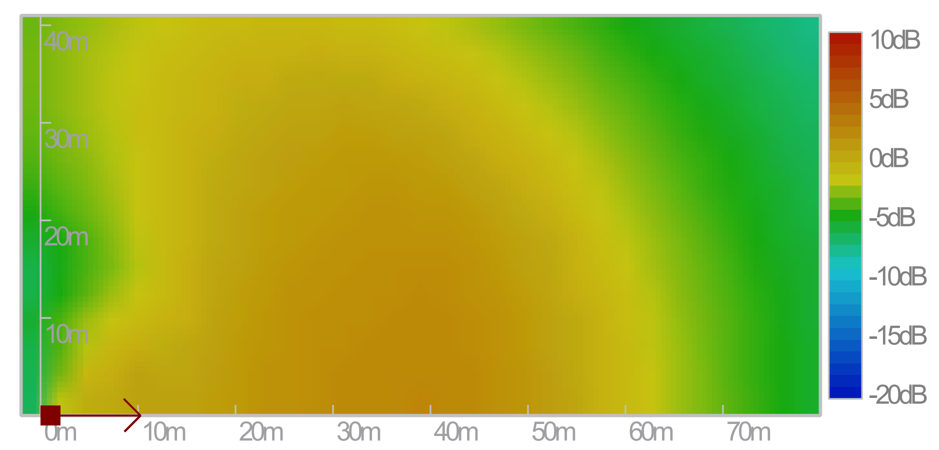
FIGURE 23 – SA250P : caractéristiques acoustiques

10. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

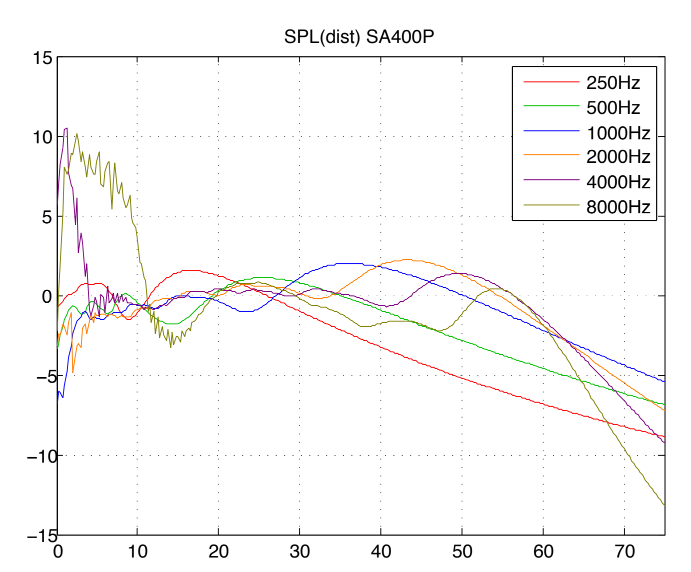
13.5 SA400P : caractéristiques acoustiques [11]



(a) Directivité verticale de la SA400P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA400P : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

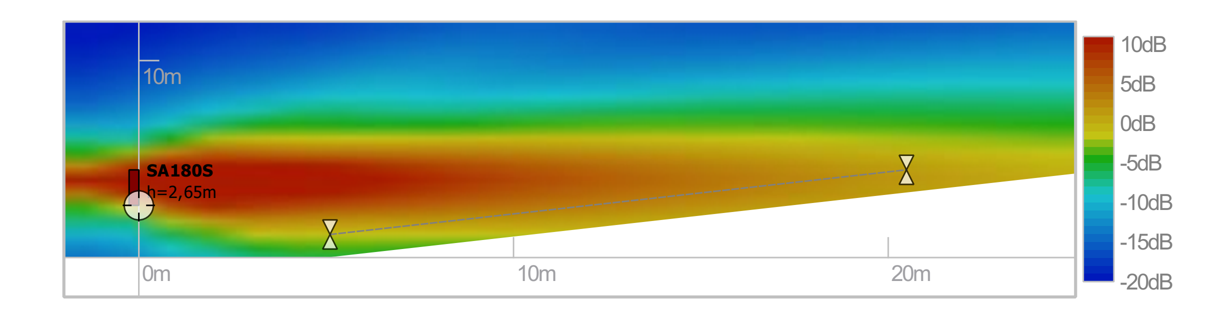


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

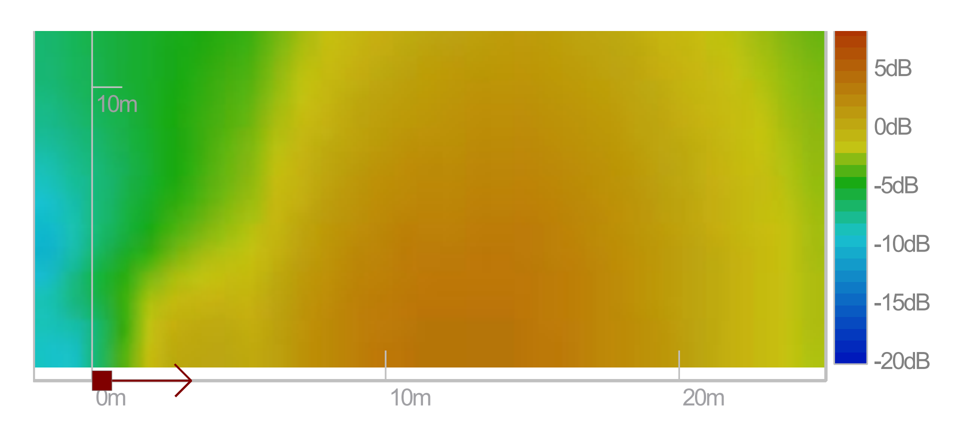
FIGURE 24 – SA400P : caractéristiques acoustiques

11. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

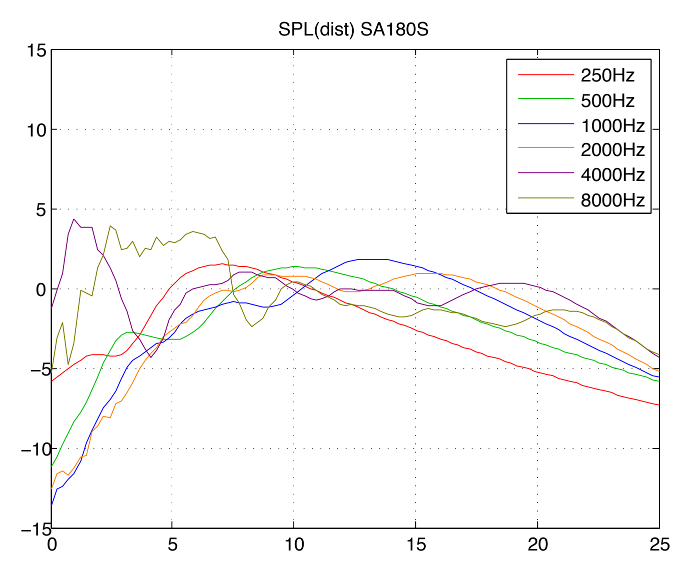
13.6 SA180S : caractéristiques acoustiques [12]



(a) Directivité verticale de la SA180S : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA180S : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.

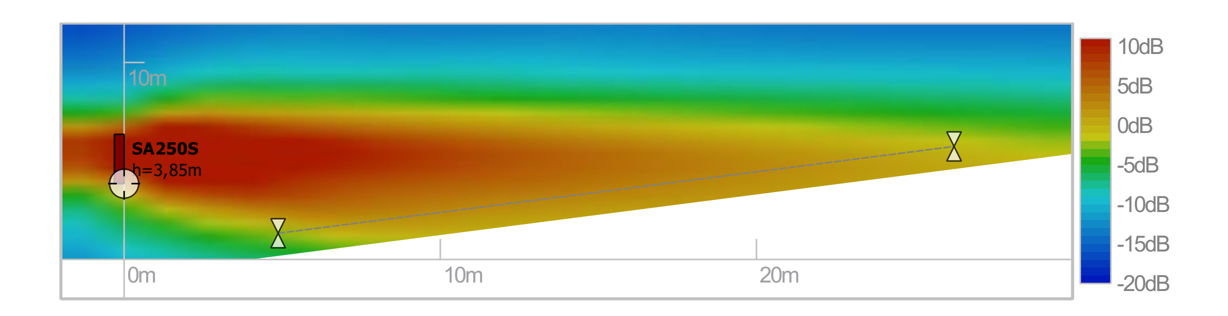


(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

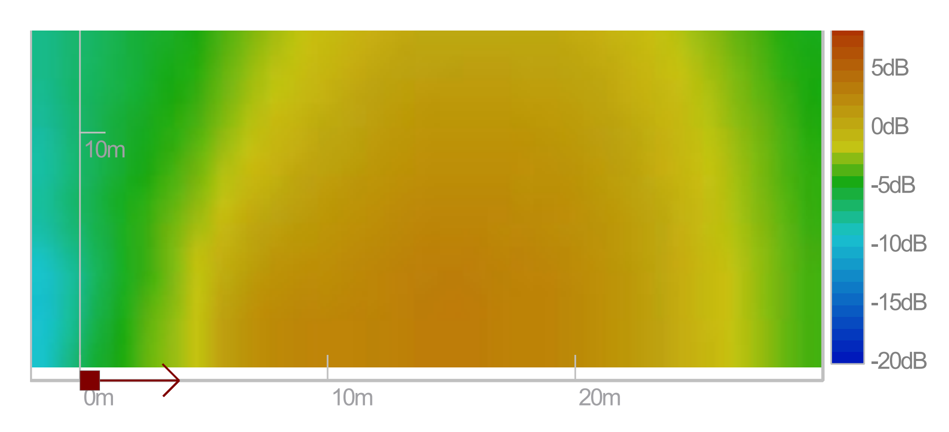
FIGURE 25 – SA180S : caractéristiques acoustiques

12. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

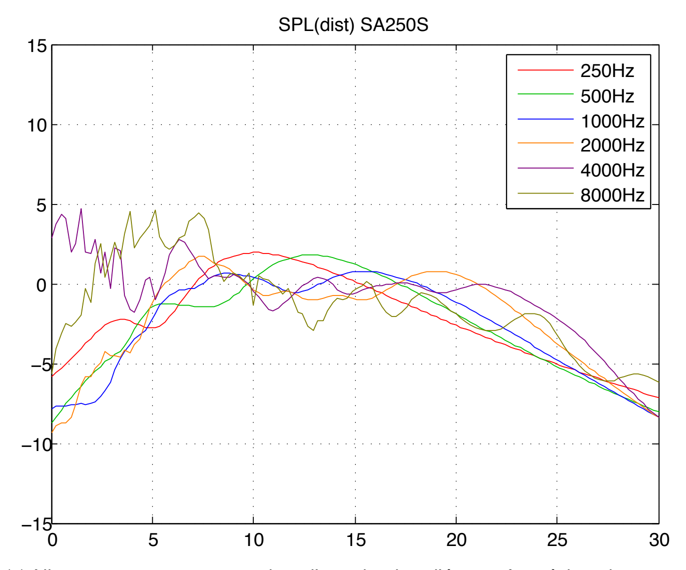
13.7 SA250S : caractéristiques acoustiques [13]



(a) Directivité verticale de la SA250S : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) dans le plan vertical médian.



(b) Directivité horizontale de la SA250S : niveau sonore pour les octaves voix (500Hz,1kHz,2kHz) sur le plan d'écoute.



(c) Niveau sonore par octave dans l'axe du plan d'écoute face à la colonne, en fonction de la distance à la colonne.

FIGURE 26 – SA250S : caractéristiques acoustiques

13. Colonne en position nominale. Le niveau SPL de référence est le niveau moyen sur la zone d'écoute.

Liste des tableaux

Table des figures

www.activeaudio.fr

info@activeaudio.fr

332 Bd Marcel Paul, CP602 - 44806 Saint-Herblain Cedex - France

Tel: +33 (0)2 404 666 64

Contact